Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences

CSAS | SCCS

Canadian Science Advisory Secretariat | Secrétariat canadien de consultation scientifique

Proceedings Series 2006/014 | Série des comptes rendus 2006/014

National Science Workshop: Assessing Habitat Risks Associated With Bivalve Aquaculture in the Marine Environment

February 28 – March 3, 2006
Delta Beauséjour Hotel
Moncton, N.B.

Michael Chadwick, Chair

Atelier national : Évaluation des risques pour l'habitat liés à l'élevage des bivalves en milieu marin

Du 28 février au 3 mars 2006
Hôtel Delta Beauséjour
Moncton (Nouveau-Brunswick)

Michael Chadwick, président

Gulf Fisheries Centre
P.O. Box 5030, Moncton
New Brunswick E1C 9B6

October 2006 | Octobre 2006

Canada

National Science Workshop:
Assessing Habitat Risks Associated With Bivalve Aquaculture in the Marine Environment

February 28 – March 3, 2006
Delta Beauséjour Hotel
Moncton, N.B.

Michael Chadwick, Chair

Atelier national :
Évaluation des risques pour l'habitat liés à l'élevage des bivalves en milieu marin

Du 28 février au 3 mars 2006
Hôtel Delta Beauséjour
Moncton (Nouveau-Brunswick)

Michael Chadwick, président

Gulf Fisheries Centre
P.O. Box 5030, Moncton
New Brunswick E1C 9B6

October 2006

Octobre 2006

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2006
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2006

ISSN 1701-1272 (Printed / Imprimé)

Published and available free from:
Une publication gratuite de :

Fisheries and Oceans Canada / Pêches et Océans Canada
Canadian Science Advisory Secretariat / Secrétariat canadien de consultation scientifique
200, rue Kent Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E6

http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/

CSAS@DFO-MPO.GC.CA

Printed on recycled paper.
Imprimé sur papier recyclé.

Correct citation for this publication:
On doit citer cette publication comme suit :

DFO, 2006. National Science Workshop: Assessing Habitat Risks Associated With Bivalve Aquaculture in the Marine Environment; February 28 - March 3, 2006. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2006/014.

MPO, 2006. Atelier national : Évaluation des risques pour l'habitat liés à l'élevage des bivalves en milieu marin; du 28 février au 3 mars 2006. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2006/014.

2007-00842

SUMMARY

A national science workshop was held February 28 – March 3, 2006 at the Delta Beauséjour Hotel in Moncton, New Brunswick. The purpose of the workshop was to provide science advice to DFO's Habitat Management related to assessing the habitat risks associated with bivalve aquaculture in the marine environment. This science advice included impacts on fish habitat and indicators of these impacts, cumulative and far-field effects, available modeling methodologies, and sensitive habitats potentially affected. Five teams composed of both DFO and external scientists each drafted a scientific working paper. At the workshop participants from around North America and Europe conducted an impartial and objective scientific review of the papers. These proceedings summarize the discussions. The resulting conclusions and specific advice are contained in a Canadian Science Advisory Secretariat (CSAS) Science Advisory Report (2006/005).

SOMMAIRE

Un atelier national a eu lieu du 28 février au 3 mars 2006 à l'hôtel Delta Beauséjour de Moncton (N.-B.). Il visait à fournir à la Direction générale de la gestion de l'habitat du MPO un avis scientifique au sujet de l'évaluation des risques que présente, pour l'habitat, l'élevage des bivalves en milieu marin. Cet avis portait sur les effets sur l'habitat du poisson et les indicateurs de ces effets, les méthodes de modélisation existantes et les habitats vulnérables susceptibles d'être touchés. Cinq équipes, composées de scientifiques du MPO et de l'extérieur, ont rédigé chacune un document de travail scientifique. À l'atelier, des participants de partout en Amérique du Nord et en Europe ont procédé à l'examen impartial et objectif des documents. Le présent compte rendu constitue un résumé des discussions. Les conclusions qui en ont résulté et l'avis particulier font partie d'un Avis scientifique (2006/005) du Secrétariat canadien de consultation scientifique.

INTRODUCTION

A national science workshop was held February 28 – March 3, 2006 at the Delta Beauséjour Hotel in Moncton, New Brunswick. The purpose of the workshop was to provide science advice to DFO's Habitat Management related to assessing the habitat risks associated with bivalve aquaculture in the marine environment.

This science advice is required to identify the fish habitat effects of shellfish aquaculture, to review appropriate tools and methodologies (models, indicators and thresholds) for predicting and assessing these effects, to determine the sensitivity of selected fish habitats, and to enhance national coherence between regional decision-making approaches. This advice will assist DFO's Habitat Management in reviewing shellfish aquaculture site applications and in assessing ongoing aquaculture operations in the marine environment. In addition, it will provide a basis for future, more detailed, examinations of aquaculture activities in a site-specific, or an ecosystem-based management context.

Teams of DFO and external scientists drafted five scientific working papers (**Annex 1**). These papers were made available through a secure internet site to meeting participants prior to the workshop. Over fifty participants from around North America and Europe attended the workshop; these included representatives from DFO, provincial governments, industry, nongovernmental organizations and academia (**Annex 2**).

At the workshop, authors of the working papers presented summaries of the papers' main findings and conclusions (see the Agenda in **Annex 3**). Participants conducted impartial and objective scientific reviews of the papers. After all working papers were presented and discussed, the

INTRODUCTION

Un atelier national a eu lieu du 28 février au 3 mars 2006 à l'hôtel Delta Beauséjour de Moncton (N.-B.). Il visait à fournir à la Direction générale de la gestion de l'habitat du MPO un avis scientifique au sujet de l'évaluation des risques que présente, pour l'habitat, l'élevage des bivalves en milieu marin.

Cet avis scientifique est nécessaire afin de déterminer les effets de la conchyliculture sur l'habitat du poisson, de définir les outils et méthodes appropriés (modèles, indicateurs et seuils) pouvant être utilisés pour prévoir et évaluer ces effets, de mesurer la vulnérabilité de certains habitats du poisson et d'assurer l'harmonisation nationale d'approches décisionnelles régionales. Cet avis aidera Gestion de l'habitat du MPO à examiner les demandes de sites de conchyliculture et à évaluer les activités aquacoles déjà en cours dans le milieu marin. En outre, il constituera une base pour les examens futurs, détaillés, des activités aquacoles dans le contexte d'une gestion localisée ou écosystémique.

Des équipes de scientifiques du MPO et de l'extérieur ont rédigé cinq documents de travail (**annexe 1**) qui ont été mis à la disposition des participants par Internet, avant l'atelier. Plus de 50 participants d'Amérique du Nord et d'Europe assistaient à la rencontre, soit des représentants du MPO, d'administrations provinciales, de l'industrie, d'organismes non gouvernementaux et d'universités (**annexe 2**).

À l'atelier, les auteurs des documents ont résumé leurs principaux résultats et conclusions (voir l'ordre du jour à l'**annexe 3**). Les participants ont procédé à l'examen scientifique impartial et objectif des documents. Après l'examen de tous les documents, ils ont collectivement tiré des

participants collectively drew conclusions for science advice to Habitat Management. These proceedings summarize the discussion at the workshop; for each paper a short review of the presentation is provided, followed by a synopsis of the main topics discussed.

conclusions en vue de la formulation d'un avis scientifique à l'intention de Gestion de l'habitat. Le présent compte rendu résume les discussions de l'atelier, offrant, pour chaque document, un bref aperçu de la présentation, suivi d'un résumé des principaux aspects abordés au cours des entretiens.

WORKING PAPERS

Effects of Shellfish Aquaculture on Fish Habitat

(Christopher W. McKindsey, M. Robin Anderson, Penelope Barnes, Simon Courtenay, Thomas Landry, Marc Skinner)

Key message: Both the positive and negative effects of shellfish aquaculture on fish habitat must be considered. No cases were found where net "negative" effects on macrofauna and fishes were observed. Abundance of organisms was at least as great if not greater in cultured sites than natural ones. Similar trends were observed elsewhere; NZ, Australia and other countries, where there was a positive influence of bivalve culture on the productivity of the ecosystem, including fish and macro invertebrates abundance, suspension feeders and creation of hard bottom communities where you would normally have soft bottom communities. In short, all species associated with culture need to be considered when evaluating the impacts of aquaculture. Most research is directed at defining the "production carrying capacity"; however there are other possible definitions of carrying capacity, including the ecological, physical and social carrying capacity of a system. All components of the ecosystem must be considered; protected coastal areas where organic loading is already very high, and hard substrates where productivity is high, are provided as examples. Video and diver surveys can be of use in monitoring, but are often not considered when management desires simple and strict guidelines. A better understanding is needed of the role of bivalve culture on the productivity of

DOCUMENTS DE TRAVAIL

Effets de la conchyliculture sur l'habitat du poisson

(Christopher W. McKindsey, M. Robin Anderson, Penelope Barnes, Simon Courtenay, Thomas Landry, Marc Skinner)

Message principal : Il faut tenir compte des effets aussi bien positifs que négatifs de la conchyliculture sur l'habitat du poisson. On ne trouve aucun exemple d'effets « négatifs » nets sur la macrofaune et les poissons. L'abondance des organismes est au moins aussi grande, sinon plus, dans les sites de culture que dans les lieux naturels. Des tendances semblables sont observées ailleurs : en N.-Z., en Australie et dans d'autres pays où l'on note une incidence positive de la culture des bivalves sur la productivité de l'écosystème, y compris sur l'abondance des poissons et des macro-invertébrés, des suspensivores, et la formation de communautés de fond dur là où l'on aurait normalement des communautés de fond meuble. En bref, il faut tenir compte de toutes les espèces associées lorsqu'on évalue les effets de l'aquaculture. La plupart des études s'emploient à définir la « capacité biotique pour la production »; il existe cependant d'autres définitions possibles de la capacité d'un système, notamment écologique, physique et sociale. Il faut tenir compte de tous les éléments de l'écosystème, p. ex. les zones côtières protégées, où la charge organique est déjà élevée, et les substrats durs à grande productivité. Les relevés par vidéo ou en plongée peuvent être utiles pour la surveillance, mais ils sont souvent laissés de côté quand la direction veut de simples lignes directrices. Il faut obtenir une

macroinvertebrates and on pelagic food-webs and their cascading effects on benthic and intertidal communities. A more "ecosystem-based management" approach is recommended. Present measures, used in pertaining to finfish farms, give a truncated view of the role of bivalve culture and cannot capture both its negative and positive effects on the environment.

Measuring Effects and Monitoring

Productivity was used as a "currency" to measure effects. Namely, how much carbon is being produced in a given area over a certain time period? Productivity of fish is what Ottawa is managing. The point was made, however, that animals do not necessarily add productivity to the system; what has been shown is that there can be a change in the fluxes - a change in the quality and not the quantity in the ecosystem. A measure of fish habitat health (diversity and structure) is required; this is not necessarily parallel with productivity. Elsewhere water quality is used as a measure - oxygen and turbidity are good integrators. DFO's management objective is "no net loss". A loss of productivity is difficult to use as a basis for this; habitat loss or water quality are more useful. Study methods such as diving involve a great expense of time and resources; this may not be realistic. What wants to be measured and what needs to be measured must be clearly defined.

Positive and Negative Effects

Both positive and negative ecosystem effects are considered to arrive at a net effect. There is a risk of confusion between what a manager and a scientist consider as a positive or negative effect. However, we must also consider that both negative and positive effects may not last long. For example, what happens when the farming

meilleure compréhension du rôle de la conchyliculture sur la productivité des macro-invertébrés et sur le réseau trophique pélagique, et leurs effets en cascade sur les communautés benthiques et intertidales. On conseille donc une approche davantage écosystémique. Les mesures actuelles, utilisées pour les exploitations piscicoles, donnent une idée tronquée du rôle de la conchyliculture et ne peuvent en saisir les effets positifs et négatifs sur le milieu.

Mesure des effets et surveillance

La productivité a servi de mécanisme de mesure des effets, p. ex. combien de carbone est produit dans une zone donnée pendant une certaine période? Ottawa gère la productivité. Il est établi, toutefois, que les animaux n'ajoutent pas nécessairement de la productivité au système; on a montré qu'il pouvait y avoir des changements de flux – changement de qualité et non de quantité – dans l'écosystème. Il faut une mesure de la santé de l'habitat (diversité et structure), ce qui ne correspond pas nécessairement à la productivité. Ailleurs, la qualité de l'eau sert de mesure – l'oxygène et la turbidité sont de bons intégrateurs. L'objectif des gestionnaires du MPO est d'arriver à « aucune perte nette ». Une perte de productivité est difficile à utiliser comme base, à cette fin; la perte d'habitat ou la qualité de l'eau sont plus utiles. Les méthodes d'étude telles que la plongée exigent beaucoup de temps et de ressources, ce qui n'est peut-être pas réaliste. Il faut définir clairement ce qu'on veut mesurer et ce qui doit l'être.

Effets positifs et négatifs

Pour arriver à un effet net, il faut tenir compte des effets positifs et négatifs. Or, il peut y avoir confusion quant à ce qu'un gestionnaire et un scientifique considèrent comme un effet positif ou négatif, mais, il faut se rappeler que les effets, positifs ou négatifs, ne durent pas toujours longtemps. Par exemple, que se passe-t-il quand les

ends and all biomass that is normally removed from the ecosystem is now dumped on the substrate? Possibly just a single 'total biodiversity' or total number of taxa (species richness) could be used. However, biodiversity gives value to a "filled space" and does not recognize "empty spaces". The *Fisheries Act* and HADD were discussed; however, from a Habitat Management perspective, it was emphasized that we need not get into this discussion, and that only advice comprising "positive" and "negative" effects is required.

activités conchylicoles sont interrompues et que toute la biomasse normalement retirée de l'écosystème est rejetée sur le substrat? On peut peut-être utiliser simplement une mesure de la « biodiversité totale » ou un nombre total de taxons (diversité des espèces). Toutefois, la biodiversité donne de la valeur à un « espace comblé » et ne tient pas compte des « espaces vides ». Les entretiens se portent sur la *Loi sur les pêches* et la DDP de l'habitat; cependant, on signale qu'il n'est pas nécessaire de se pencher sur cet aspect du sujet et que Gestion de l'habitat a simplement besoin de conseils sur les effets « positifs » et « négatifs ».

Habitat Impacts, Mitigation and Reversibility

A concern is that the line between prevention and mitigation is not clear. Also the impacts on structures, such as clam beds and eelgrass beds, are important on the east coast. Moreover the reversibility of impacts is not discussed – can the system return to its original state. In sites heavily impacted (i.e. iron sulfides in Japan) effects can take a long time to disappear. There is focus on east coast mussel culture and other west coast cultures are being neglected. Also new habitat is being created which may attract and facilitate the establishment of invasive species. In regards to mitigation, the point was raised that replacement is easy, but creating function is much harder. Possibly the situation is now we are just restoring past conditions by replacing filter feeders that have been lost through years of over harvesting.

Répercussions sur l'habitat, atténuation et réversibilité

La limite entre prévention et atténuation n'est pas claire. De plus, les effets sur les structures, comme les gisements de myes et les zosteraies, sont importants sur la côte est. Qui plus est, la réversibilité des effets n'est pas abordée – le système peut-il revenir à son état d'origine? Sur les sites fortement touchés (p. ex. sulfure de fer au Japon), il faut parfois longtemps avant que les effets disparaissent. L'accent est mis sur la mytiliculture de la côte est et les autres cultures de la côte ouest sont négligées. En outre, le nouvel habitat créé risque d'attirer et de faciliter l'établissement d'espèces envahissantes. Quant à l'atténuation, on note que le remplacement est facile, mais que la création d'une fonction est plus difficile. Il est possible que la situation actuelle en soit une de simple rétablissement de conditions antérieures par le remplacement de filtreurs perdus au fil des ans par la surpêche.

Indicators and Thresholds for Use in Assessing Shellfish Aquaculture Impacts on Fish Habitat

(Peter J. Cranford, Robin Anderson, Philippe Archambault, Toby Balch, Stephen S. Bates, Gary Bugden, Myriam D. Callier, Claire Carver, Luc Comeau, Barry Hargrave, W. Glen Harrison, Ed Horne, Paul E. Kepkay, William K.W. Li, André Mallet, Marc Ouellette, Peter Strain)

Ecosystem and habitat status indicators and methodological approaches are identified and classified based on associated strengths and weaknesses depending upon availability of operational thresholds; regulatory needs; cultured species; scales of impact addressed; cost/benefit; and the needs of responsive management. Indicators for benthic habitat include: geochemical (total free sulfides, redox potential, organic content, porosity), imaging (sediment profiling, video), and benthic community biotic indices (indicator species, trophic indices, indices of biological integrity). Indicators for pelagic habitat Include: secchi depth, chlorophyll depletion, bacteria/chlorophyll ratio, picoplankton/chlorophyll ratio, performance of caged and cultured bivalves (condition indices, shell/meat weight and growth, biochemical indicators) and farm inventory (production, stocking density/biomass, mean yield per cultured unit). Baseline assessment and operational monitoring of bivalve aquaculture sites could be based on a tiered approach that includes different levels of monitoring effort and associated indicators that are proportional to the perceived level of risk. A comprehensive monitoring program could be based on models and understanding of habitat sensitivity, the nature of the operation, such as size, species and husbandry, and previous measurement and verification of environmental impacts.

Indicateurs et seuils pour l'évaluation des effets de la conchyliculture sur l'habitat du poisson

(Peter J. Cranford, Robin Anderson, Philippe Archambault, Toby Balch, Stephen S. Bates, Gary Bugden, Myriam D. Callier, Claire Carver, Luc Comeau, Barry Hargrave, W. Glen Harrison, Ed Horne, Paul E. Kepkay, William K.W. Li, André Mallet, Marc Ouellette, Peter Strain)

Les indicateurs de l'état de l'écosystème et de l'habitat et les méthodes utilisées sont décrits et classés en fonction de leurs forces et leurs faiblesses par rapport à l'existence de seuils opérationnels, aux exigences réglementaires, aux espèces cultivées, à l'échelle des effets étudiée, aux coûts-avantages et aux besoins d'une gestion adaptée. Les indicateurs de l'habitat benthique comprennent : les facteurs géochimiques (sulfures libres totaux, potentiel d'oxydoréduction, teneur en matières organiques, porosité), l'imagerie (profils des sédiments, vidéo) et les indices biotiques des communautés benthiques (espèces indicatrices, indices trophiques, indices d'intégrité biologique). Les indicateurs de l'habitat pélagique comprennent : la profondeur d'après le disque de Secchi, la raréfaction de la chlorophylle, le ratio bactéries-chlorophylle, le ratio picoplancton-chlorophylle, le rendement des bivalves en cages et de culture (indices de condition, poids et croissance des coquilles et de la chair, indicateurs biochimiques) et l'inventaire des installations aquacoles (production, densité de peuplement / biomasse, rendement moyen par unité de culture). L'évaluation des conditions initiales et la surveillance opérationnelle des sites de culture des bivalves pourraient reposer sur une approche progressive qui inclut différents niveaux de surveillance ainsi que des indicateurs connexes proportionnels au risque perçu. Un programme de surveillance complet pourrait être fondé sur des modèles et sur la compréhension de la vulnérabilité de l'habitat, la nature de

Monitoring Tools and Reporting

Questions regarding the use of remote-type techniques such as SPI (sediment profile imaging) monitoring were posed: This was, in fact, used in Tracadie Bay for groundtruthing sediment biogeochemistry. However the camera was driver (not remotely) controlled. Hydroacoustic results appear very coarse; since it is expensive and demands significant groundtruthing and calibration, it may not be of much value. Site selection and sampling design is very important.

Mandatory reporting, as in the case of offshore U.S. fisheries, could be employed in shellfish aquaculture and facilitate data sharing (using anonymous log book entries). Although in Canada aquaculture falls under provincial jurisdiction, which is an obstacle. The leasing program in PEI is managed by DFO, yet there is a reluctance to share data, even though requests are made. Anonymity is hard to ensure when there are a small number of producers.

Other Bivalves and Indicators

A question was raised regarding non-mollusc fisheries in different environments (i.e. intertidal, non-depositional). In the case of manila clams, the culture is completely different; can the proposed tools address this? These clams sit at various depths and the sediment is usually well oxygenated. The toolbox proposed is diverse, and may include appropriate tools for various circumstances. For example, sulphur and Eh can be readily applied anywhere. Maybe a subset of techniques

l'exploitation, comme sa taille, l'espèce en culture et le mode de culture, ainsi que sur la mesure et la vérification antérieures des impacts environnementaux.

Outils de surveillance et rapports

Des questions sont posées relativement à l'usage de techniques de télédétection comme l'IPS (imagerie des profils sédimentaires) : cette méthode a en fait été utilisée dans la baie de Tracadie pour la vérification sur place de la biogéochimie des sédiments. Cependant, l'appareil photo était dirigé par commande pilote (non télécommandé). Les résultats hydro-acoustiques semblent plutôt faibles; étant donné que la technique est très coûteuse et exige beaucoup de vérifications sur place et d'étalonnage, sa valeur est peut-être trop limitée. Le choix du lieu et la conception de l'échantillon sont très importants.

La déclaration obligatoire, comme pour les pêches hauturières des É.-U., pourrait être utilisée en conchyliculture; elle faciliterait le partage des données (avec entrées anonymes dans les journaux de bord), même si l'aquaculture au Canada est de compétence provinciale, ce qui pose un obstacle. Le programme de concessions à l'Î.-P.-É. est géré par le MPO, mais on hésite à partager les données, même sur demande. L'anonymat est difficile à assurer quand le nombre de producteurs est limité.

Autres bivalves et indicateurs

Une question est posée au sujet des autres pêches que celles des mollusques dans différents environnements (p.ex. zones intertidales, sans dépôts). Dans le cas des palourdes japonaises, la culture est complètement différente; les outils proposés peuvent-ils en tenir compte? Ces palourdes se tiennent à diverses profondeurs et les sédiments sont habituellement bien oxygénés. La boîte à outils proposée est diversifiée et peut inclure des outils appropriés à diverses

would be applicable. The hypothesized relationship between aquaculture and picoplankton may be confounded with nutrients and other factors and needs further study. In the case of Chesapeake Bay, where there are no filter-feeders, picoplankton would not be a good indicator of bivalve activity. It was noted that these are not being proposed as diagnostic or predictive indicators, but rather contextual indicators that could be considered along with other measurements.

circonstances. Par exemple, le soufre et le Eh peuvent être facilement appliqués n'importe où. Peut-être un sous-ensemble de techniques serait-il applicable. La relation hypothétique entre l'aquaculture et le picoplancton pourrait être confondue avec les nutriments et d'autres facteurs et exige d'autres études. En ce qui concerne la baie de Chesapeake, où il n'y a pas de filtreurs, le picoplancton ne serait pas un bon indicateur de l'activité des bivalves. On note que ceux-ci ne sont pas proposés comme indicateurs diagnostiques ou prévisionnels, mais plutôt comme indicateurs contextuels à utiliser avec d'autres mesures.

Nutrient loading in PEI is huge, but we must be cautious in attributing any links to mussel aquaculture. Selective feeding of mussels may reduce the size range of plankton in a bay. In addition, picoplankton preferentially uptake ammonia. In Tracadie Bay the turnover rates are high and there are many hypo-oxic zones. This topic is interesting and requires more study and development.

La charge nutritive à l'Î.-P.-É. est considérable, mais il faut prendre garde lorsqu'on attribue des liens avec la mytiliculture. L'alimentation sélective des moules peut diminuer l'étendue de la fourchette de tailles du plancton dans une baie. De plus, le picoplancton assimile préférablement l'ammoniac. Dans la baie de Tracadie, le taux de renouvellement est élevé et il y a de nombreuses zones hypo-oxiques. Ce sujet est intéressant et exigera plus d'études et de travaux.

In regards to the risk-based framework, there may be questions about the definition of level 3 and its purpose. These are precautionary approach indicators to understand the aquaculture system and define the potential scale of impacts. Level 3 brings in full benthic monitoring and is more costly; the monitoring and surveillance provides a better understanding of potential effects of issues flagged at level 2. Nevertheless the paper indicates levels of monitoring on a bay-by-bay basis and money is not available to do this. Possibly this approach is more appropriate for researchers than Habitat Management. The key indicators that managers can use now to define a harmful alteration, disruption or destruction of fish habitat (HADD) are sulphur and Eh. However knowing the footprint of bivalve aquaculture on an ecosystem basis

Pour ce qui est du cadre axé sur le risque, il pourrait y avoir des questions à propos de la définition du niveau 3 et son objet. Ce sont des indicateurs de l'approche prudente qui permettent de comprendre le système aquacole et de définir l'échelle des effets possible. Le niveau 3 suppose une surveillance benthique complète et est plus coûteuse; la surveillance apporte une meilleure compréhension des effets potentiels des aspects signalés au niveau 2. Néanmoins, le document décrit un niveau de surveillance pour chaque baie et il n'y a pas de fonds pour une telle entreprise. Cette approche est peut-être mieux appropriée pour les chercheurs que pour Gestion de l'habitat. Les principaux indicateurs que les gestionnaires peuvent actuellement utiliser pour définir la destruction, la détérioration ou la perturbation (DDP) de l'habitat du poisson

requires a step-wise process, starting with bay-scale impacts.

There was also discussion about how to tag the indicators directly to bivalve culture; how can we dissociate aquaculture impacts from other impacts in the system? Dominant sedimentation rates are determined by the bivalves. Reference sites play important roles here. Non-culture sites should be used; however sites that do not contain bivalve culture may not be able to support the culture for other reasons. There are no data from pre-aquaculture sites in the southern Gulf. A problem with Eh as an indicator is that some bays are already anoxic, thus Eh effects cannot be seen. Tracadie Bay would be anoxic or hypoxic anyway – not a result of aquaculture. It is imperative to attain baseline measurements from new sites. Focus should also be placed upon organisms on the substrate, not just conditions in the sediment.

sont le soufre et l'Eh. Toutefois, pour connaître l'empreinte de la conchyliculture à l'échelle d'un écosystème, il faut un processus par étape, commençant par les effets à l'échelle d'une baie.

La discussion s'oriente sur la façon de lier les indicateurs directement à la conchyliculture; comment dissocier les effets de l'aquaculture des autres effets au sein du système? Les taux de sédimentation dominants sont déterminés par les bivalves. Les sites de référence jouent un rôle important ici. On devrait utiliser des sites sans culture; cependant, des sites où il n'y a pas de conchyliculture pourraient ne pas pouvoir soutenir de culture pour d'autres raisons. On ne dispose pas de données sur les sites avant l'aquaculture dans le sud du Golfe. Un des problèmes que pose l'utilisation de l'Eh comme indicateur est que certaines baies sont déjà anoxiques; ainsi, les effets de l'Eh passent inaperçus. La baie de Tracadie serait anoxique ou hypoxique de toute façon – ce n'est pas nécessairement un résultat de l'aquaculture. Il est essentiel d'obtenir des mesures de référence pour les nouveaux sites. L'accent devrait aussi être mis sur les organismes du substrat, et pas seulement sur les conditions dans les sédiments.

Modeling Approaches to Assess the Potential Effects of Shellfish Aquaculture on the Marine Environment

(Jon Chamberlain, Andréa Weise, Michael Dowd, Jon Grant)

Advice on the application of mathematical models as tools for assessing the potential effects of shellfish farming operations on the marine environment is provided. Models can be used in the planning phase to assess appropriate locations and sizes of aquaculture operations and predict their potential effects. These models can be incorporated within management decision frameworks to provide objective

Méthodes de modélisation servant à évaluer les effets possibles de la conchyliculture sur le milieu marin

(Jon Chamberlain, Andréa Weise, Michael Dowd, Jon Grant)

On donne des conseils sur l'application de modèles mathématiques en tant qu'outils d'évaluation des effets possibles de la conchyliculture sur le milieu marin. Les modèles peuvent être utilisés à l'étape de la planification pour évaluer l'emplacement et l'ampleur appropriés d'une exploitation et prédire ses effets éventuels. Ils peuvent être intégrés aux cadres décisionnels de gestion afin de fournir une évaluation

assessment of potential environmental risk of these effects. Different processes must be taken into account within models, depending on the type of effect being simulated, due to the wide scale over which effects may occur. Three different modeling approaches are presented: Predicting the near field benthic effects from increased flux of waste material; predicting effects on lower trophic level ecosystems; and using of simple index models of waste output to predict ecosystem level impacts. It is proposed that modeling techniques and methodologies are available that simulate and predict shellfish aquaculture-environment interactions with reasonable predictive capability and could already be of use to Habitat Management. As further data become available and validation exercises are completed, predictive skill and confidence in model outputs will increase.

objective du risque potentiel de ces effets pour l'environnement. Les modèles doivent tenir compte de différents processus selon le genre d'effets simulés, en raison de l'étendue de l'échelle à laquelle ils peuvent se produire. Trois différents types de modèles sont présentés : prévision des effets benthiques à proximité du flux accru de déchets; prévision des effets sur les écosystèmes de niveau trophique inférieur; utilisation de modèles d'indices simples de la production de déchets pour prédire les effets sur l'ensemble de l'écosystème. On indique qu'il existe déjà des techniques et méthodes de modélisation, servant à simuler et à prédire les interactions conchyliculture-environnement avec une efficacité raisonnable, que Gestion de l'habitat pourrait utiliser. Quand on disposera d'autres données et que les exercices de validation seront effectués, les prévisions et la confiance dans les résultats des modèles augmenteront.

Section 1 - Biodeposition on the Near Field Benthic Environment

Questions regarding the incorporation of various effects, such as eddy current and fouling effects: There is the possibility of incorporating such effects, but we are at the first steps at this point. There was also discussion on the specifics of experimental design and data collection. Shallow sites were used and the shellfish socks were on the actual seabed.

Comparisons to DEPOMOD and its possible use to Habitat Management were discussed. The state of validation has not been reached yet for shellfish aquaculture as it has for finfish aquaculture. Also water currents can only be applied to shellfish aquaculture with regards to the depths considered here and not to all aquaculture in general. However it was suggested that for such low depths (i.e. 1-2 m) possibly we need not even bother using the model. Yes, at such depths we are pushing the model quite a bit. There is the possibility of

Section 1 – Biodépôts dans le milieu benthique à proximité

Questions concernant l'intégration de divers effets, comme les courants et les salissures : il est possible d'intégrer ces effets, mais nous n'en sommes qu'aux premiers stades. Suit une discussion sur des aspects particuliers de la conception de l'expérience et de la collecte de données. Les sites choisis étaient peu profonds et les boudins de bivalves se trouvaient sur le fond marin.

On étudie les comparaisons avec DEPOMOD et son utilité possible pour Gestion de l'habitat. On n'a pas encore atteint le stade de validation comme pour la pisciculture. Aussi, les courants peuvent seulement s'appliquer à la conchyliculture pour les profondeurs envisagées ici et non pas pour l'aquaculture en général. Mais on croit qu'à des profondeurs aussi faibles (1 ou 2 m), il n'est peut-être même pas nécessaire de recourir au modèle. Oui, à ces profondeurs, nous poussons passablement le modèle. Il est possible de

improving the model by incorporating, for example, hydrodynamic data; however, perhaps the model would not provide much additional information considering the large amount of effort put in.

Regarding the benthic habitat, Habitat Management requires more than just flux rates; they need a measure of benthic habitat health. There is on-going work in that direction. In the case of finfish aquaculture there is prediction of benthic health. We are close to this in the case of shellfish aquaculture, but we are not yet confident in the parameters. The material deposited at shellfish farm sites is not as reactive as the material from finfish cages and thus may not have a considerable historic impact on the seabed. Also the bed material formed is completely different; we have not yet dealt with this complexity. We must distinguish between predicting the deposition and the footprint – deposition can be calculated from fluid mechanics. In the case of footprints, as sites get deeper the footprint gets larger; the model can be used to delineate where deposition occurs and also the extent of the footprint. It was found that the predicted footprint closely matches the actual one observed.

Other questions

Sheltered sites: Presently the model is being tested at three sites. When the model is validated, it can be applied to other sites where different conditions (i.e. sheltered) prevail.

Age of farm: At this point it is uncertain that the age of the farm has an impact – a time series would be needed. If organic loading is high for a long time anoxic conditions would arise leading to precipitation if sulphides with iron. This also depends on carbon content.

l'améliorer en intégrant, par exemple, des données hydrodynamiques; cependant, le modèle ne fournirait peut-être pas beaucoup d'information additionnelle par rapport à l'effort investi.

Pour ce qui est de l'habitat benthique, Gestion de l'habitat a besoin de plus que les taux de flux, à tout le moins une mesure de la santé de l'habitat. Des travaux en ce sens sont en cours. En pisciculture, il est possible de prédire la santé benthique. Nous sommes près d'y arriver en conchyliculture, mais nous ne faisons pas encore confiance aux paramètres. Les matières déposées par les activités conchylicoles ne sont pas aussi réactives que celles des cages piscicoles et n'ont peut-être pas une aussi grande incidence historique sur le fond marin. De plus, le matériau de fond formé est complètement différent; nous n'avons pas encore examiné cet aspect complexe. Nous devons faire la distinction entre la prévision des dépôts et leur empreinte – les dépôts peuvent être calculés à l'aide de la mécanique des fluides. Pour l'empreinte, plus les emplacements sont profonds, plus l'empreinte est large; le modèle peut servir à délimiter l'endroit où se forment les dépôts et l'étendue de l'empreinte. On a pu établir que l'empreinte prévue correspond d'assez près à celle qui est réellement observée.

Autres questions

Lieux abrités : Présentement, le modèle est à l'essai à trois endroits. Une fois validé, il pourra être appliqué à d'autres endroits où les conditions sont différentes (p. ex. lieux abrités).

Âge de l'exploitation : À ce stade, il n'est pas sûr que l'âge ait un effet – il faudrait une série chronologique. Si la charge organique est élevée pendant une longue période, des conditions anoxiques apparaissent, menant à la précipitation des sulfures avec le fer. Cela dépend aussi de la teneur en carbone.

Temperature/seasonal fluctuations: Measurements have only been taken in the summer, thus seasonal and temperature fluctuations have not been taken into account. A time-varying excretion rate can be taken into account, but it complicates the model.

Steep coastlines: No progress has been made yet on steep fjord coastlines such as on Newfoundland coast.

Species Specific: There will be different model parameters required depending on the species in question.

Natural Sedimentation: The impact of natural sedimentation is relatively so low that there is no impact assumed in this case.

Differentiation of material: Have not differentiated between fecal and pseudofecal or other material, but it is possible to do so.

Utility of DEPOMOD: It is used because it is familiar and has a good interface, but wouldn't simpler models do in most situations? In certain situations simpler calculations would do; however in bay scale areas, or for estimating overall deposition in a bay, it is a useful model.

Section 2 - Perspectives on the use of Mathematical Models

Ecosystem models can be readily adapted to bivalve aquaculture; dominant processes can be compared and key observables incorporated to predict effects. Also models can be used by producers to find locations for farms with good growth potentials and estimate what the productions (and cashflow) would be. Also numerous models have been used in Europe to create a single tool integrating ecological,

Fluctuations saisonnières / de température Les mesures ont été prises seulement en été; ainsi, on ne tient pas compte des fluctuations saisonnières et de température. Il est possible de tenir compte d'un taux d'excrétions temporalisé, mais cela complique le modèle.

Côtes escarpées : Aucun progrès n'a été réalisé à ce jour sur le littoral de fjords escarpés, comme à Terre-Neuve.

Paramètres spécifiques : Il faudra utiliser des paramètres différents pour le modèle selon l'espèce.

Sédimentation naturelle : Les effets de la sédimentation naturelle sont relativement faibles de sorte que l'on assume dans ce cas qu'il n'y en a aucun.

Différenciation des matières : Il n'y a pas eu de différenciation des matières fécales et pseudofécales ou autres, mais il serait possible de le faire.

Utilité de DEPOMOD : Utilisé parce qu'il est connu et que son interface est bonne, mais est-ce que des modèles plus simples ne seraient pas suffisants dans la plupart des cas? Dans certaines situations, oui; toutefois, à l'échelle de baies, ou pour estimer l'ensemble des dépôts dans une baie, il a son utilité.

Section 2 – Perspectives sur l'utilisation de modèles mathématiques

Les modèles d'écosystèmes peuvent être aisément adaptés à la conchyliculture; les processus dominants peuvent être comparés et les variables observables clés peuvent être intégrées pour prédire les effets. De plus, les producteurs peuvent se servir des modèles pour trouver des emplacements offrant un bon potentiel de croissance et estimer la production (et l'encaisse). En outre, de nombreux modèles

economical and social decision criteria. This type of system, which integrates many indicators, points to the importance of mathematical models as a means to aggregate assorted information and support decision-making.

ont été utilisés en Europe pour créer un outil unique intégrant les critères décisionnels écologiques, économiques et sociaux. Ce genre de système à indicateurs multiples, fait ressortir l'importance des modèles mathématiques comme moyen de rassembler des données variées et de soutenir la prise de décision

Questions were raised regarding the data requirements: For the initial set up of the model the requirements include information on the physical environment, mixing & circulation, details on biological processes (equations and parameter values), flux measurements (if possible), and a set of data to calibrate the model and validate its predictions. Many of these are not necessarily site specific and can be gotten from literature. The model can then be readily adapted to local conditions by minor tweaking of parameters. It is also key to keep the model simpler; that way it will generally be more robust. Management is looking for less complex models with equations that yield robust predictions rather than complex "spaghetti models".

Des questions sont posées au sujet des besoins de données : Au départ, le modèle nécessite des données sur le milieu physique, le mélange et la circulation, des détails sur les processus biologiques (équations et valeurs des paramètres), les mesures de flux (si possible) et un ensemble de données pour calibrer le modèle et valider ses prédictions. Bon nombre n'ont aucun rapport avec le lieu et peuvent être tirées de la documentation existante. Le modèle peut ensuite être facilement adapté aux conditions locales par de légères manipulations de paramètres. Il est aussi essentiel de le maintenir aussi simple que possible; il s'en trouvera plus robuste. Les gestionnaires recherchent des modèles peu complexes avec des équations qui donnent des prédictions robustes, plutôt que des « modèles spaghetti » complexes.

The important ecosystem processes are basically where the big fluxes are. By adding in processes and running the models, you can determine the large and small processes. Possibly even the small ones can be taken out if they have very little influences on the system. In the case of Tracadie Bay for example, an important process would be the effect of biodeposition to the benthos. The benthic component effect was much more than the pelagic component. The model can also be used to back-cast for carrying capacity assessments and identifying thresholds. Also, even though it was not done here, a modular approach can be taken in which others can add in their models for part of the ecosystem.

Les processus importants de l'écosystème sont généralement là où se trouvent les grands flux. En ajoutant les processus et en exécutant le modèle, vous pouvez distinguer les grands et les petits processus. Il est même parfois possible de retirer les petits s'ils ont très peu d'effets sur le système. Dans le cas de la baie de Tracadie, par exemple, un processus important serait l'effet des biodépôts sur le benthos. L'effet benthique était beaucoup plus important que l'effet pélagique. Le modèle peut aussi être utilisé pour évaluer à rebours la capacité de charge et définir les seuils. Même si nous ne l'avons pas fait dans ce cas, il est aussi possible d'adopter une approche modulaire à laquelle d'autres pourraient ajouter leurs modèles pour certaines parties de l'écosystème.

A concern was brought up regarding the model plots used in the presentation not agreeing with the actual data from Tracadie Bay: These plots are just examples; probably just a wrong assumption was made in this case, but likely the order of magnitude is correct. Not all components of the model have been validated yet. The model is a tool to provide some information in advance and then be adjusted to reach a higher accuracy. In regards to biodiversity, nutrients and oxic conditions can be used to predict populations of macrofauna that should exist. However we should be wary of asking too much of a model; possibly they are more suited to lower trophic levels. Still there are examples of predictions of higher trophic levels from lower levels to varying extents; simple monitoring variables can be used to get correlations which are very good.

Une préoccupation est exprimée au sujet des valeurs du modèle utilisées dans la présentation, qui ne concordent pas avec les données réelles pour la baie de Tracadie : ces points ne sont que des exemples; l'hypothèse dans ce cas est peut-être erronée, mais l'ordre de grandeur est vraisemblablement juste. Les éléments du modèle n'ont pas encore été tous validés. Le modèle est un outil visant à fournir une partie de l'information d'avance, qui peut être rajusté ensuite pour obtenir une plus grande précision. Par rapport à la biodiversité, les nutriments et les conditions oxiques peuvent servir à prédire les populations de macrofaune qui devraient exister. Il faut prendre garde cependant de trop en demander aux modèles; ils sont probablement mieux appropriés aux niveaux trophiques inférieurs. On trouve néanmoins des exemples de prédictions de niveaux trophiques supérieurs à partir de niveaux inférieurs; des variables de contrôle simples permettent parfois d'obtenir d'excellentes corrélations.

Section 3 - Operational use of Simple Models in Aquaculture Management

The simple model approach used here was lauded by a number of participants. It is very useful as a first step in coastal zone management to identify suitable regions for shellfish aquaculture. The calculations are not burdensome and it partitions the problem very well. It is best to start simple; then management can dictate the need to get in to more complicated matters. However, habitat managers should know that if we go beyond the simple, into the more complicated modeling, predictions be more 'fuzzy' and they should accept the consequences of their decisions. The upfront work is crucial if a development is to be planned and now we have the tools for this.

Section 3 – Usage opérationnel de modèles simples en gestion de l'aquaculture

Le modèle simple utilisé ici est louangé par de nombreux participants. Il est très utile comme première étape de la gestion d'une région côtière pour définir les zones appropriées à la conchyliculture. Les calculs ne sont pas lourds et permettent de segmenter très bien le problème. Il vaut mieux commencer simplement; les gestionnaires pourront ensuite indiquer s'il convient de s'orienter vers des aspects plus complexes. Toutefois, il faut faire comprendre aux gestionnaires de l'habitat que si nous passons de la modélisation simple à un exercice plus compliqué, les prédictions seront plus « floues » et ils devront accepter les conséquences de leurs décisions. Le travail de départ est crucial pour la planification d'un développement et nous avons maintenant les outils nécessaires.

Questions regarding filtration and ammonia: Considering how well we know about physiology of mussels, how well is filtration captured in the model and what is the toxic level of ammonia? (There is a toxic level of ammonia known for fish, but the filtration of mussels is not represented in the model.) Yet it has been promoted that the best indicator for ecosystem health is the mussels themselves. Maybe mussels should not be treated like a black box. Yes, but we have more complex models that do this. The aim of the simple models is to eliminate conditions such as the tendency of mussels to only filter at certain parts of the day and under optimal conditions. Also it appears that ammonia never accumulates to high levels so a full model might not predict any ammonia in Tracadie Bay for example.

Questions au sujet de la filtration et de l'ammoniac : compte tenu de ce que nous savons de la physiologie des moules, à quel point le modèle tient-il compte de la filtration et quel est le niveau toxique d'ammoniac? (Il y a un niveau toxique d'ammoniac connu pour le poisson, mais la filtration par les moules ne figure pas dans le modèle.) Pourtant, on a prétendu que le meilleur indicateur de la santé de l'écosystème était les moules elles-mêmes. Peut-être que les moules ne devraient pas être traitées comme une boîte noire. Oui, mais nous avons des modèles plus complexes pour cela. Le but des modèles simples est d'éliminer les conditions comme la tendance des moules à seulement filtrer à certains moments de la journée et dans des conditions optimales. Aussi, il semble que l'ammoniac ne s'accumule jamais à des niveaux élevés, de sorte qu'un modèle poussé pourrait ne pas prédire d'ammoniac du tout dans la baie de Tracadie par exemple.

Model validation, robustness and indices: Larger models are validated through special field observations, mussel growth and time series. Fluxes coming out of the model are valid in terms of magnitude. Decay rates are handled with natural logarithmic functions. Possibly the issue of indices oversimplified – how comfortable are we with the indices' values? Error terms and variance can be analyzed statistically and the use of risk analysis is increasing and developing. This information on uncertainty and risk would accompany the output. Nevertheless, a manager would want to measure the impact locally, whereas the indices provides information about large scale impacts; but the condition of no large scale impacts does not necessarily mean that there are no impacts locally. Something should be incorporated to account for localized impacts. Local scale modeling needs flushing and circulation components. Certain bays that are aquaculture intensive perhaps require more complex modeling. At this point the tools

Validation du modèle, robustesse et indices : Les grands modèles sont validés par des observations spéciales sur le terrain, la croissance des moules et les séries chronologiques. Les flux issus du modèle sont validés en fonction de leur ampleur. Les taux de dégradation sont calculés à l'aide de fonctions logarithmiques naturelles. Peut-être que les indices sont trop simplifiés – les valeurs d'indices nous paraissent-elles valables? Les termes d'erreur et l'écart peuvent être analysés statistiquement et le recours à l'analyse de risque est de plus en plus fréquent. Cette information sur l'incertitude et le risque accompagnerait le résultat. Néanmoins, un gestionnaire voudrait mesurer les effets localement, tandis que les indices fournissent de l'information au sujet des effets à grande échelle; toutefois, qu'il n'y ait pas d'effet à grande échelle ne signifie pas nécessairement qu'il n'y a pas d'effets localement. Il faudrait intégrer un paramètre pour tenir compte des effets circonscrits. La modélisation à échelle locale doit inclure les

are not available to manage these types of sites. For example the present indices cannot justify an order for a farmer to cut back his production by 50% - we would need a higher level of modeling that includes groundtruthing. However, for a planned farm, we could require the applicant to cutback on culture intensity.

éléments de renouvellement et de circulation. Peut-être que certaines baies où l'aquaculture est intensive exigent une modélisation plus complexe. À ce stade, nous n'avons pas d'outils pour gérer ce genre de sites. Par exemple, les indices actuels ne peuvent justifier l'ordre donné à un exploitant de réduire sa production de 50 % - il nous faudrait un niveau de modélisation plus élevé qui inclut la vérification sur place. Toutefois, pour une exploitation prévue, nous pourrions exiger que le demandeur réduise l'intensité de la culture.

Could oxygen-based indices be used? Benthic oxygen is appealing, but it depends on many variables, such as time of year, and it fluctuates itself. Thus capturing it in one number is difficult. Then there is biochemical and biological oxygen demand, which are long term. Oxygen would not be as simple as ammonia, and would be a problem for industry. Calculations have been done on the west coast, which turned-out 'fuzzy'. More modelling and monitoring would be required, and this has a cost.

Pourrait-on utiliser des indices basés sur l'oxygène? L'oxygène benthique est intéressant, mais dépend de nombreuses variables, comme le moment de l'année, et il fluctue lui-même. Trouver une valeur unique est difficile. Il y a aussi les demandes biochimique et biologique d'oxygène qui sont des valeurs à long terme. L'oxygène ne serait pas un indice aussi simple que l'ammoniac et poserait des difficultés pour l'industrie. Des calculs ont été faits sur la côte ouest, mais ils ont donné des résultats « flous ». Il faut plus de modélisation et de contrôle, ce qui a un coût.

In conclusion, model simplicity was again discussed. There are various levels of simplicity and various levels of rigour. This fact may make us uncomfortable, but we should not be uncomfortable with accepting simplicity. Managers need to be told what are the models' the strengths and weaknesses, and how & when to use them.

Pour conclure, la simplicité du modèle est examinée de nouveau. Il y a divers niveaux de simplicité et divers niveaux de rigueur. Cette constatation nous rend peut-être mal à l'aise, mais nous ne devrions pas être mal à l'aise d'accepter la simplicité. Il faut informer les gestionnaires des points forts et des faiblesses des modèles et leur indiquer comment et quand les utiliser.

Cumulative and Far-Field Fish Habitat Effects

(M. R. Anderson, P. J. Cranford, C.W. McKindsey, P. Strain, B.T. Hargrave, W.K.W. Li, W.G. Harrison)

Shellfish aquaculture operations have the potential to substantially modify their surrounding environment. They represent a net addition of habitat to coastal systems and may directly and indirectly influence system productivity, nutrient dynamics and ecological rate processes. As a result, ecosystem scale effects of shellfish aquaculture are complex and comprehensive studies are limited. The characteristics of coastal ecosystems that are important determinants of the potential for far-field or ecosystem scale consequences of shellfish aquaculture are discussed. A quantitative approach is recommended for assessing the *net* fish habitat impacts of shellfish aquaculture and other human activities. It would require a considerable effort to conduct extensive multidisciplinary studies, such as those conducted in Tracadie Bay, for all aquaculture inlets. However, a similar combination of habitat characterization, based on community structure and ecosystem function indicators, and modelling is recommended where a preliminary risk assessment suggests that a significant alteration of fish habitat and the ecosystem is possible. This approach allows the known positive effects of shellfish grazing on excess phytoplankton from nutrient enrichment to be balanced against other potential effects of aquaculture.

Effets cumulatifs et à distance sur l'habitat du poisson

(M. R. Anderson, P. J. Cranford, C.W. McKindsey, P. Strain, B.T. Hargrave, W.K.W. Li, W.G. Harrison)

Les activités de conchyliculture peuvent modifier substantiellement le milieu environnant. Elles représentent une nette addition d'habitat aux systèmes côtiers et peuvent influer directement et indirectement sur la productivité des systèmes, la dynamique des nutriments et les processus écologiques. Ainsi, les effets de la conchyliculture à l'échelle de l'écosystème sont complexes et les études exhaustives sont limitées. On examine les caractéristiques d'écosystèmes côtiers qui sont d'importants déterminants des effets potentiels de la conchyliculture à distance ou à l'échelle de l'écosystème. On recommande une approche quantitative pour l'évaluation des répercussions *nettes* de la conchyliculture et d'autres activités anthropiques sur l'habitat du poisson. Il faudrait des efforts considérables pour faire des études multidisciplinaires approfondies, comme celles qui sont effectuées dans la baie de Tracadie, pour toutes les petites baies où est pratiquée l'aquaculture. Toutefois, une combinaison semblable de caractérisation de l'habitat basée sur la structure communautaire et des indicateurs de fonctions de l'écosystème, ainsi que la modélisation, est recommandée lorsqu'une évaluation préliminaire du risque semble indiquer des possibilités de modification importante de l'habitat du poisson et de l'écosystème. Cette approche permet d'équilibrer les effets positifs connus du broutage des mollusques sur l'excès de phytoplancton découlant de l'enrichissement en nutriments avec d'autres effets possibles de l'aquaculture.

Nitrogen and Eelgrass Beds

We have a conceptual understanding of nitrogen removal, and mussels preventing nitrogen pollution, but there are no numbers

Azote et zosteraies

Nous avons une compréhension théorique de l'élimination de l'azote et de la prévention de la pollution azotée par les

to support it. Eelgrass beds and nitrogen are not included in the models so far. These numbers are very difficult to obtain. The biomass removed can be measured; however the denitrification rate is uncertain, but we are trying. Nevertheless eelgrass beds are nitrogen sponges and should be mentioned. The mass balance models are really important for any nutrient budget. We cannot get the bottom line on cumulative and far-field effects without breaking everything into smaller components.

Oxygen and Material Deposited/Removed

Essentially we are looking at removing material from a bay, not putting it in. The mussels are retaining a lot of materials, and then they are being harvested. Isn't the non-biomass material deposited being flushed out in the bay, which has a retention time of 10-15 days? In fact mussel pellets are heavy and stay in during the tide cycle, settling at the bottom and accumulating. Mussels deposit more than what the harvest takes out. Anoxic conditions are on the rise in PEI, perhaps because of agriculture and not mussel culture. We must begin to consider the role played by bivalve culture.

Cumulative and Far-field Effects

Cumulative effects mean more than just aquaculture. Discussion on the concept of far-field effects and the term 'localized distant effects': In the case of finfish aquaculture there is a point source. However shellfish aquaculture is diffuse and the source can be over very large areas. Thus it depends on the scale that you are studying. Local effects can be seen just because you are looking at a local scale, but you could be ignoring the fact that it is happening on a larger system scale. Cumulative effects include

moules, mais aucune donnée pour l'appuyer. Les zosteraies et l'azote ne font pas partie des modèles jusqu'à maintenant. Ces données sont très difficiles à obtenir. La biomasse retirée peut être mesurée; par contre, le taux de dénitrification est incertain, mais nous faisons des efforts. Néanmoins les zosteraies sont des éponges à azote et sont dignes de mention. Les modèles de bilan massique sont vraiment importants pour tout bilan nutritif. Nous ne pouvons arriver à un résultat sur les effets cumulatifs et à distance sans tout décomposer en petites parties.

Oxygène et matières déposées / retirées

Essentiellement, ce qui est retiré de la baie est plus important que ce qui y est mis. Les moules retiennent énormément de matières, puis elles sont récoltées. Est-ce que les matières qui ne font pas partie de la biomasse et qui sont déposées ne sont pas expulsées dans la baie où le temps de rétention est de 10 à 15 jours? En fait, les granules de moules sont lourdes et s'accumulent sur le fond même pendant le cycle de marée. Les moules déposent plus que la récolte ne retire. Les conditions anoxiques augmentent à l'Î.-P.-É., peut-être à cause de l'agriculture et non de la mytiliculture. Nous devons commencer à examiner le rôle joué par la culture des bivalves.

Effets cumulatifs et à distance

Les effets cumulatifs ne se limitent pas à l'aquaculture. Discussion du concept des effets à distance et des « effets à distance circonscrits » : dans le cas de la pisciculture, il existe une source ponctuelle. Toutefois, la conchyliculture est diffuse et la source peut s'étendre sur de très grandes zones. Ainsi, tout dépend de l'échelle de l'étude. On peut observer des effets locaux simplement parce qu'on examine la question à l'échelle locale, mais il est possible qu'on ne tienne pas compte alors de ce qui se passe à une grande échelle.

structures, disturbances and effects on other living components (i.e. great blue herons, marine mammals, etc.) – we cannot stick to just measuring nutrients. However, for our purposes, we must keep the focus on fish habitat.

There is work in France that studied fish distribution in relation to mussel growing structure, which shows that fish are attracted by the culture and are being fed by it. In the Netherlands a study of very far-field impacts reported the case of a locally cultivated species making its way to compete into another ecosystem and has becoming invasive. We have a lot of good and extensive data from Tracadie Bay; however this has limited our view and focus, especially now that we have less research funds and are thus mining old data. In PEI there are increased landings of lobster and crabs in aquaculture areas. The channel of Tracadie Bay, highly occupied by aquaculture, has the highest lobster landings in Canada. The effects of aquaculture are not necessarily negative for an ecosystem.

Shellfish Aquaculture and Marine Habitat Sensitivity Case Studies

(Herb Vandermeulen, Glen Jamieson, Marc Ouellette)

Three case studies provide observations on the sensitivity of different marine habitats to shellfish aquaculture. Eelgrass beds remain an important and sensitive marine habitat, and shellfish aquaculture therein should be closely assessed and monitored. Negative effects can be controlled by managing the intensity of shellfish aquaculture activities on a bay wide scale. Adaptive management informed by ongoing monitoring offers the best route to control cumulative impacts. Although intertidal soft bottoms are

Les effets cumulatifs comprennent les structures, les perturbations et les effets sur d'autres composantes vivantes (grand héron, mammifères marins, etc.); nous ne pouvons limiter nos mesures aux seuls nutriments. Aux fins qui nous occupent cependant, nous devons maintenir l'accent sur l'habitat du poisson.

Des études réalisées en France ont porté sur la répartition du poisson par rapport à la structure de mytiliculture et montrent que le poisson est attiré par la culture et s'en nourrit. Aux Pays-Bas, une étude sur les effets à grande distance fait état du cas d'une espèce cultivée localement qui a réussi à s'introduire dans un autre écosystème et à y devenir envahissante. Nous avons beaucoup de données valables et étendues pour la baie de Tracadie. Leur existence a limité notre perspective, surtout maintenant que nous avons moins de fonds de recherche et que nous allons sonder les anciennes données. À l'Î.-P.-É., les débarquements de homards et de crabes dans les zones aquacoles sont de plus en plus nombreux. Le chenal de la baie de Tracadie, largement occupé par l'aquaculture, a le plus haut taux de débarquements de homards au Canada. Les effets de l'aquaculture ne sont pas nécessairement négatifs pour un écosystème.

Études de cas sur la vulnérabilité de l'habitat marin à la conchyliculture

(Herb Vandermeulen, Glen Jamieson, Marc Ouellette)

Trois études de cas fournissent des observations sur la sensibilité de différents habitats marins à la conchyliculture. Les zosteraies demeurent un habitat important et sensible; la conchyliculture qui y est pratiquée devrait être évaluée et surveillée attentivement. Les effets négatifs peuvent être contrôlés par la gestion de l'intensité des activités conchylicoles à l'échelle d'une baie. Une gestion adaptative, éclairée par une surveillance continue, offre la meilleure solution pour limiter les effets cumulatifs.

relatively harsh environments they are also spatially limited, and organisms in this zone are sensitive to being crowded out. A growing list of aquatic invasive species target shallow or intertidal bottoms; their potential to crowd out native species has been demonstrated. Most cultured bivalves in Canada are not native to the areas where they are grown out, thus the sensitivity of native species to displacement must be considered. The physical characteristics of the water column itself can lead to a level of habitat sensitivity. A shallow, protected, well stratified, soft-bottomed bay with warm summer surface temperatures and abundant phytoplankton may not be able to maintain an oxygenated surface sediment layer (or even an oxygenated water column) when particulate carbon is added by way of bivalve pseudofaeces. Other than aggressive harvest methods like dredging and using trucks in the intertidal most bivalve aquaculture impacts seem to be related to the scale of infrastructure involved rather than the type.

Bien que les fonds meubles intertidaux soient des environnements relativement difficiles, ils sont aussi limités dans l'espace et les organismes de cette zone sont sensibles au surpeuplement. Un nombre croissant d'espèces aquatiques envahissantes recherchent des fonds intertidaux ou peu profonds; leur potentiel de déplacer les espèces indigènes a été démontré. La plupart des bivalves cultivés au Canada ne sont pas indigènes du lieu de culture, de sorte qu'il faut tenir compte de la vulnérabilité des espèces indigènes au déplacement. Les caractéristiques physiques de la colonne d'eau elle-même peuvent constituer un facteur de sensibilité de l'habitat. Une baie peu profonde, protégée, bien stratifiée et à fond meuble, où les températures de surface sont chaudes et où le phytoplancton est abondant peut ne pas pouvoir maintenir une couche de sédiments de surface oxygénée (ou même une colonne d'eau oxygénée) quand viennent s'y ajouter des particules de carbone par la voie des pseudofèces des bivalves. Mis à part les méthodes de récolte perturbatrices comme le dragage et l'usage de camions dans la zone intertidale, la plupart des effets de la conchyliculture semblent liés à l'échelle plutôt qu'à la nature des infrastructures en question.

Benthic Habitat Mapping

One-metre resolution mapping of benthic habitat provides the ability to monitor acoustic features. There seems to be no obvious relationship between acoustic results and locations of leases; however more research is needed. Now we just hear sounds and are unsure what they mean, but maybe one day we can interpret them better. With additional research there is a potential for reliable evaluation of bay health. Macrophytes can be seen with acoustics; the technology is developing in regards to picking up certain aspects on the bottom such as soft sediment under finfish cages. However you must be careful where and when (time of day) you are mapping. It

Cartographie de l'habitat benthique

Une résolution d'un mètre pour la cartographie de l'habitat benthique offre la possibilité de surveiller les caractéristiques acoustiques. Il ne semble pas y avoir de lien entre les résultats acoustiques et l'emplacement des concessions, mais il faudra d'autres études. Nous entendons des sons et ne sommes pas certains de ce qu'ils signifient, mais peut-être qu'un jour nous pourrons mieux les interpréter. Grâce à des recherches additionnelles, il serait possible d'envisager une évaluation plus fiable de la santé de la baie. Les macrophytes peuvent être détectés par des méthodes acoustiques; la technologie se développe et peut détecter certains aspects

is difficult to assess the sensitivity of the ecosystem, but perhaps this could be used to assist in the design of biological sampling. A map can be used to assess sediment types or biodiversity which will give information on the habitat.

du fond, comme les sédiments meubles sous les cages de poissons. Il faut toutefois être attentif à l'endroit et au moment (heure de la journée) de la cartographie. Il est difficile d'évaluer la sensibilité de l'écosystème, mais peut-être que cette méthode pourrait aider à la conception de l'échantillonnage biologique. Une carte peut servir à évaluer le genre de sédiments ou la biodiversité qui fournira de l'information sur l'habitat.

Eelgrass

Bi-valve aquaculture and eelgrass can coexist, but it is not a good idea to lay out oysters directly over the eelgrass beds. Cape Breton is a location where the two can co-occur, however on the west coast it is avoided. Nevertheless, in the case of hard clam aquaculture in Chesapeake Bay it appears that water clarity is being improved. Consequently, due to the increased light penetration, the eelgrass is growing back. Yes, but in Canada nutrients are never the limiting factor for eelgrass. Still the recommendation is to avoid eelgrass if possible because, even though some areas have abundance of eelgrass, it is declining globally.

Zostères

La conchyliculture et les zostères peuvent coexister, mais il n'est pas conseillé de placer des huîtres directement au-dessus des zosteraies. Le Cap-Breton est un endroit où les deux peuvent coexister, mais sur la côte ouest, il faut l'éviter. Par contre, dans le cas de la culture des palourdes américaines dans la baie Chesapeake, il semble que la clarté de l'eau se soit améliorée. Par conséquent, vu la pénétration accrue de la lumière, les zostères recommencent à pousser. Oui, mais au Canada, les nutriments ne sont jamais le facteur limitatif de la zostère. La recommandation d'éviter les zostères est maintenue, car même si dans certaines zones les zostères sont très abondantes, elles diminuent à l'échelle mondiale.

It was suggested that this literature review may be biased because there are a number of studies that indicate a mutual relationship between eelgrass and shellfish. Yes, but biogeochemical conditions must be kept in mind - the situation is different in Canada than in tropical areas. In Canada there are too many nutrients. Still the issue of scale is important; eelgrass is ubiquitous and there may be some acceptable losses of eelgrass habitat.

On signale que cet examen documentaire pourrait avoir été faussé parce qu'un certain nombre d'études indiquent une relation mutuelle entre zostères et mollusques. Oui, mais les conditions biogéochimiques sont importantes – la situation est différente au Canada de celle des zones tropicales. Au Canada, il y a trop de nutriments. Pourtant l'échelle est aussi importante; la zostère est ubiquiste et il peut y avoir une proportion acceptable de pertes d'habitat de zostère.

Oxygen Depletion

There was disagreement with the statement that oxygen depletion kills eelgrass. Keep in mind that oxygen depletion in the sediment can eventually move up into the

Raréfaction de l'oxygène

Il y a désaccord quant à l'affirmation selon laquelle la raréfaction de l'oxygène tue la zostère. Rappelons-nous que la raréfaction de l'oxygène dans les sédiments peut se

water column. It was also stated that there are sources of organic enrichment in the sediment other than aquaculture. Yes, but organic loading from aquaculture was found to be fifteen times the amount of other organic inputs to the system. Most seagrasses are somewhat adaptive, but *zostera* cannot photosynthesize in areas of high eutrophication, thus it is not so much the low oxygen in the water. Also far-field effects must be considered because low oxygen conditions will carry far. Important factors to be considered in addition to oxygen are sulphide concentrations and the physiology of the plants.

propager jusque dans la colonne d'eau. On a aussi déclaré qu'il y a des sources d'enrichissement organique des sédiments autres que l'aquaculture. Oui, mais la charge organique découlant de l'aquaculture est 15 fois plus grande que les autres apports organiques du système. La plupart des herbes de mer sont assez adaptables, mais la zostère ne peut faire sa photosynthèse dans les zones à forte eutrophisation, de sorte que le problème n'est pas tant la faible teneur en oxygène de l'eau. De plus, il faut tenir compte des effets à distance, parce que la faible teneur en oxygène a des effets étendus. Les facteurs importants à ne pas oublier en plus de l'oxygène sont les concentrations de sulfure et la physiologie des plantes.

Bay Management

A definite statement cannot be given at this time in regards to the sensitivity of habitat in the face of shellfish aquaculture. Some sort of bay-wide management is needed, in the context of carrying capacity and simple indices. However there already exists a number of survey methods to monitor and access on a bay scale. Aerial surveys have been very successful in Chesapeake Bay. Also there are other tools that function at very high frequencies that may be suitable. Acoustic surveys are good for vegetation – can differentiate between areas of high and low plants. Often more than one tool, such as acoustic and aerial, can complement each other. It must be kept in mind that these methods are expensive and, in B.C. for example, the industry is not huge. Also these systems may only be good for shallow environments. Moreover cumulative effects are complex and may require monitoring over a long period of time.

Gestion de la baie

Il n'est pas possible de faire de déclaration précise pour le moment au sujet de la vulnérabilité de l'habitat à la conchyliculture. Il faut une quelconque gestion à l'échelle de la baie, tenant compte de la capacité de charge et d'indices simples. Toutefois, il existe déjà un certain nombre de méthodes de relevés pour la surveillance à l'échelle d'une baie. Les relevés aériens ont été très utiles dans la baie Chesapeake. De plus, il y a d'autres outils fonctionnant à très haute fréquence, qui pourraient être utiles. Les relevés acoustiques sont bons pour la végétation – ils permettent de différencier les zones de plantes basses et hautes. Souvent plusieurs outils, comme les relevés acoustiques et aériens, peuvent se compléter. Il faut se rappeler que ces méthodes sont coûteuses et, en C.-B., par exemple, l'industrie n'a pas encore une très grande envergure. Aussi, ces systèmes peuvent être seulement efficaces pour les milieux peu profonds. En outre, les effets cumulatifs sont complexes et peuvent exiger une surveillance sur une longue période.

ANNEX 1: Working Papers **ANNEXE I : Documents de travail**

- **Effects of Shellfish Aquaculture on Fish Habitat**
  Christopher W. McKindsey, M. Robin Anderson, Penelope Barnes, Simon Courtenay, Thomas Landry, Marc Skinner

- **Indicators and Thresholds for Use in Assessing Shellfish Aquaculture Impacts on Fish Habitat**
  Peter J. Cranford, Robin Anderson, Philippe Archambault, Toby Balch, Stephen S. Bates, Gary Bugden, Myriam D. Callier, Claire Carver, Luc Comeau, Barry Hargrave, W. Glen Harrison, Ed Horne, Paul E. Kepkay, William K.W. Li, André Mallet, Marc Ouellette, Peter Strain

- **Modeling Approaches to Assess the Potential Effects of Shellfish Aquaculture on the Marine Environment**
  Jon Chamberlain, Andréa Weise, Michael Dowd, Jon Grant

- **Cumulative and Far-Field Fish Habitat Effects**
  M. R. Anderson, P. J. Cranford, C.W. McKindsey, P. Strain, B.T. Hargrave, W.K.W. Li, W.G. Harrison

- **Shellfish Aquaculture and Marine Habitat Sensitivity Case Studies**
  Herb Vandermeulen, Glen Jamieson, Marc Ouellette

ANNEX 2: List of Participants **ANNEXE 2 : Liste des participants**

Fisheries and Oceans Canada Pêches et Océans Canada

Robin Anderson	*DFO, Newfoundland / MPO, Terre-Neuve*
Philippe Archambault	*DFO, Québec / MPO, Québec*
Sophie Bastien-Daigle	*DFO, Gulf / MPO, Golfe*
Mike Chadwick *(Chair)*	*DFO, Gulf / MPO, Golfe*
Jon Chamberlain	*DFO, Pacific / MPO, Pacifique*
Peter Cranford	*DFO, Maritimes / MPO, Maritimes*
Joe Crocker	*DFO, Maritimes / MPO, Maritimes*
Matt Hardy	*DFO, Gulf / MPO, Golfe*
Barry Hargrave	*DFO, Maritimes / MPO, Maritimes*
Glen Jamieson	*DFO, Pacific / MPO, Pacifique*
Shelly Jepps	*DFO, Pacific / MPO, Pacifique*
Delly Keen	*DFO, Gulf / MPO, Golfe*
Émilie Lagacé	*DFO, NCR / MPO, RCN*
Thomas Landry	*DFO, Gulf / MPO, Golfe*
Stephen Lanteigne	*DFO, Gulf / MPO, Golfe*
Judith Leblanc	*DFO, Québec / MPO, Québec*
Bill Li	*DFO, Maritimes / MPO, Maritimes*
Linda MacLean	*DFO, Gulf / MPO, Golfe*
Chris McKindsey	*DFO, Québec / MPO, Québec*
Lea Murphy	*DFO, Gulf / MPO, Golfe*
Gilles Olivier	*DFO, Gulf / MPO, Golfe*
Marc Ouellette	*DFO, Gulf / MPO, Golfe*
Fred Page	*DFO, Maritimes / MPO, Maritimes*
Guy Robichaud	*DFO, Gulf / MPO, Golfe*
Shawn Robinson	*DFO, Maritimes / MPO, Maritimes*
Tammy Rose	*DFO, Maritimes / MPO, Maritimes*
Joseph Tortorelli	*DFO, NCR / MPO, RCN*
Herb Vandermeulen	*DFO, Maritimes / MPO, Maritimes*
Andrea Weise	*DFO, Québec / MPO, Québec*
Chad Ziai	*DFO, NCR / MPO, RCN*

External

Cedric Bacher	*French Research Institute for Exploitation of the Sea / Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer*
Toby Balch	*N.S. Department of Agriculture and Fisheries / Ministère de l'Agriculture et des Pêches de la N.-É.*
Penny Barnes	*Malsapina University*
Barron Carswell	*B.C. Ministry of Agriculture, Food & Fisheries / Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêches de la C.-B.*
Claire Carver	*Mallet Research*
Sylvio Doiron	*N.B. Dept. of Agriculture, Fisheries and Aquaculture / Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture du N.-B.*
Mike Dowd	*Dalhousie University*
Richard Gallant	*P.E.I Ministry of Fisheries, Aquaculture and the Environment / Ministère des Pêches, de l'Aquaculture et de l'Environnement de l'Î.-P.-É.*
Jon Grant	*Dalhousie University*
Bill Heath	*B.C. Ministry of Agriculture, Food & Fisheries / Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêches de la C.-B.*
Brian Kingzett	*Blue Revolution Consulting*
Neil MacNair	*P.E.I Ministry of Fisheries, Aquaculture and the Environment / Ministère des Pêches, de l'Aquaculture et de l'Environnement de l'Î.-P.-É.*
Andre Mallet	*Mallet Research*
Roger Mann	*Virginia Institute of Marine Science*
Inka Milewski	*Conservation Council of New Brunswick*
Roger Newell	*University of Maryland Center for Marine Science*
Abel Noël	*N.B. Department of Agriculture, Fisheries and Aquaculture / Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture du N.-B.*
Francis O'Beirn	*Marine Institute, Ireland / Irlande*
Marc Skinner	*University of New Brunswick / Université du Nouveau-Brunswick*
Bill Thompson	*Aquaculture Alliance*
Robert Vaillancourt	*SODIM*

ANNEX 3: Workshop Agenda

February 28 – March 3, 2006
Delta Beauséjour Hotel, Moncton, N.B.

TUESDAY, FEBRUARY 28

8:30 am	Introduction & Overview of Process (**M.Chadwick, *Chair***)
9:00 am	*Research Document #1* ***Effects of Shellfish Aquaculture on Fish Habitat*** • Presentation (**C.McKindsey**) • Discussion/Peer-review
1:15 pm	*Research Document #3* ***Modeling approaches to assess the potential effects of shellfish aquaculture on the marine environment*** [*Chapter 2*] • Presentation (**M.Dowd**) • Discussion/Peer-review
3:15 – 4:30 pm	*Research Document #3* ***Modeling approaches to assess the potential effects of shellfish aquaculture on the marine environment*** [*Chapter 1*] • Presentation (**J.Chamberlain**) • Discussion/Peer-review

WEDNESDAY, MARCH 1

8:30 am	*Research Document #3* ***Modeling approaches to assess the potential effects of shellfish aquaculture on the marine environment*** [*Chapter 3*] • Presentation (**J.Grant**) • Discussion/Peer-review
10:00 am	*Research Document #3* ***Modeling approaches to assess the potential effects of shellfish aquaculture on the marine environment*** • Synthesis (**J.Chamberlain**)

ANNEXE 3 : Ordre du jour

Du 28 février au 3 mars 2006
Hôtel Delta Beauséjour, Moncton (N.-B.)

MARDI, 28 FÉVRIER

8 h 30	Introduction et aperçu du processus (**M. Chadwick, *président***)
9 h	*Document de recherche 1* ***Effets de la conchyliculture sur l'habitat du poisson*** • Présentation (**C. McKindsey**) • Discussion / examen des pairs
13 h 15	*Document de recherche 3* ***Méthodes de modélisation servant à évaluer les effets possibles de la conchyliculture sur le milieu marin*** *[chapitre 2]* • Présentation (**M. Dowd**) • Discussion / examen des pairs
15 h 15 – 16 h 30	*Document de recherche 3* ***Méthodes de modélisation servant à évaluer les effets possibles de la conchyliculture sur le milieu marin*** *[chapitre 1]* • Présentation (**J. Chamberlain**) • Discussion / examen des pairs

MERCREDI, 1ER MARS

8 h 30	*Document de recherche 3* ***Méthodes de modélisation servant à évaluer les effets possibles de la conchyliculture sur le milieu marin*** *[chapitre 3]* • Présentation (**J. Grant**) • Discussion / examen des pairs
10 h	*Document de recherche 3* ***Méthodes de modélisation servant à évaluer les effets possibles de la conchyliculture sur le milieu marin*** • Synthèse (**J. Chamberlain**)

ANNEX 3: Workshop Agenda (continued)

11:00 am	*Research Document #2* ***Indicators and Thresholds*** • Presentation (**P.Cranford**) • Discussion/Peer-review
3:15 – 5:00 pm	*Research Document #4* ***Cumulative and far-field fish habitat effects*** • Presentation (**R. Anderson / C. McKindsey / P. Cranford**) • Discussion/Peer-review

THURSDAY, MARCH 2

8:30 am	*Research Document #5* ***Shellfish Aquaculture & Habitat Sensitivity Case Studies*** • Presentation (**M. Ouellette / H. Vandermeulen / G. Jamieson**) • Discussion/Peer-review
11:15 am	*Habitat Management Needs Related to Shellfish Aquaculture* **(C.Ziai)**
1:15 – 5:00 pm	*Scientific Advisory Report* **(M.Chadwick, *Chair)***

FRIDAY, MARCH 3

8:30 am – noon	*Scientific Advisory Report* continued & *Wrap-up* **(M.Chadwick, *Chair)***

ANNEXE 3 : Ordre du jour (suite)

11 h	*Document de recherche 2* ***Indicateurs et seuils*** • Présentation (**P. Cranford**) • Discussion / examen des pairs
15 h 15 – 17 h	*Document de recherche 4* ***Effets cumulatifs et à distance sur l'habitat du poisson*** • Présentation (**R. Anderson / C. McKindsey / P. Cranford**) • Discussion / examen des pairs

JEUDI, 2 MARS

8 h 30	*Document de recherche 5* ***Études de cas sur la vulnérabilité de l'habitat marin à la conchyliculture*** • Présentation (**M. Ouellette / H. Vandermeulen / G. Jamieson**) • Discussion / examen des pairs
11 h 15	*Besoins de gestion de l'habitat liés à la conchyliculture* **(C. Ziai)**
13 h 15 – 17 h	Avis scientifique **(M. Chadwick, *président)***

VENDREDI, 3 MARS

8 h 30 - midi	*Avis scientifique* (suite) *et récapitulation* **(M. Chadwick, *président)***

ANNEX 3: Terms of Reference

National Workshop

Aquaculture-Environment Interactions: Shellfish Aquaculture in the Marine Environment

February 28 – March 3, 2006
Moncton, N.B.

Preamble

A national workshop has been initiated to meet DFO Habitat Management's need for science advice related to the fish habitat effects of shellfish aquaculture in the marine environment.

Science advice is required to define the fish habitat effects of shellfish aquaculture, to define appropriate tools and methodologies (models, indicators and thresholds) for predicting and assessing these effects, to determine the sensitivity of selected fish habitats to these effects, and to enhance national coherence between regional decision-making approaches.

In addition to addressing farm-scale habitat effects under the *Fisheries Act*, there is also a need to consider the importance of ecosystem-scale and cumulative effects of shellfish aquaculture activities... This consideration of ecosystem effects requires sound science to inform decision-making. Developing a fully integrated ecosystem-based approach, however, is beyond the scope of this process and would detract from its focus; rather the goal here is to provide advice on shellfish aquaculture effects that will guide future Habitat Management site-specific decision-making and that may be pertinent to forthcoming ecosystem management initiatives. An attempt will be made, where scientific knowledge exists, to consider tools

ANNEXE 3 : Cadre de référence

Atelier national

Interactions aquaculture-environnement : La conchyliculture dans le milieu marin

Du 28 février au 3 mars 2006
Moncton (N.-B.)

Préambule

Un atelier national est organisé en vue de combler les besoins de la Gestion de l'habitat du MPO en termes d'avis scientifique relié aux effets de la conchyliculture en milieu marin sur l'habitat du poisson.

Un avis scientifique est nécessaire afin que l'on puisse cerner les effets de la conchyliculture sur l'habitat du poisson, déterminer les outils et méthodes qui conviennent le mieux (modèles, indicateurs et seuils) pour prédire et mesurer ces effets, déterminer la sensibilité de certains habitats du poisson à ces effets et améliorer la cohérence, à l'échelle nationale, des méthodes décisionnelles adoptées au niveau régional.

Non seulement faut-il se pencher sur les effets que peuvent avoir sur l'habitat les activités se déroulant à l'échelle de l'exploitation aquacole, conformément à la *Loi sur les pêches*, mais il faut aussi tenir compte de l'importance des effets cumulatifs des activités de conchyliculture et leurs incidences à l'échelle de l'écosystème... Une telle étude des effets écosystémiques nécessite de solides fondements scientifiques qui éclaireront la prise décision. L'établissement d'une approche écosystémique intégrée dépasse toutefois la portée de cet atelier et le détournerait même de son objectif qui est plutôt de donner un avis sur les effets de la conchyliculture en vue de guider de futures

and methodologies for assessing both farm-scale and ecosystem-wide effects.

This advice on tools and methodologies will assist DFO's Habitat Management in reviewing shellfish aquaculture site applications and in assessing ongoing aquaculture operations in the marine environment. In addition, it will provide a basis for any future, more detailed examinations of aquaculture activities in a site-specific, or an ecosystem-based management context.

Meeting Objectives

To the extent possible, the following questions will be addressed:

A - What are the positive and the negative effects (benthic and/or water column) of marine shellfish aquaculture on fish habitat? How do shellfish aquaculture effects on fish habitat differ from the 'natural' effects of wild shellfish? What are the effects of the physical structures used in shellfish aquaculture on fish habitat (including lines, socks, bags, predator control devices, etc.)? How can these effects be assessed or measured?

B - What chemical, biological or physical indicators developed and in use for monitoring the farm-scale fish habitat effects of marine finfish aquaculture are applicable to monitoring shellfish aquaculture effects? Describe the thresholds that apply. What other habitat indicators are available specifically to measure these shellfish aquaculture effects? What are the thresholds for these potential indicators?

prises de décisions de la Gestion de l'habitat au sujet de certaines installations, et qui pourraient s'appliquer à d'éventuelles initiatives de gestion des écosystèmes. On tentera, lorsque les connaissances scientifiques existent déjà, d'envisager des outils et méthodes permettant d'évaluer les effets tant à l'échelle des exploitations aquacoles qu'à celle des écosystèmes.

Cet avis sur les outils et les méthodes aidera la Gestion de l'habitat du MPO à examiner les demandes de site de conchyliculture et à évaluer les activités existantes dans le milieu marin. De plus, ils serviront de base à tout examen futur détaillé des activités aquacoles dans le contexte d'une gestion localisée ou écosystémique.

Objectifs de la réunion

Dans la mesure du possible, les participants tenteront de répondre aux questions suivantes :

A - Quels sont les effets positifs et négatifs (dans le milieu benthique ou la colonne d'eau) de la conchyliculture marine sur l'habitat du poisson? Comment ces effets diffèrent-ils des effets « naturels » des mollusques sauvages? Quels sont les effets sur l'habitat du poisson des structures physiques utilisées pour la conchyliculture (notamment filins, boudins, poches, mécanismes d'éloignement des prédateurs)? Comment ces effets peuvent-ils être évalués ou mesurés?

B - Y a-t-il des indicateurs chimiques, biologiques ou physiques qui ont été mis au point ou utilisés pour surveiller les effets sur l'habitat du poisson autour des exploitations piscicoles marines et qui pourraient s'appliquer au contrôle des effets de la conchyliculture? Décrivez les seuils applicables. Quels sont les autres indicateurs existants qui pourraient permettre de mesurer précisément les effets de la conchyliculture? Quels sont

***NOTE**: A threshold should be defined as a point where significant changes to fish habitat can be identified. It is equally important for the science advice to identify the threshold as it is to describe the change to habitat that is associated with the threshold.*

C - What modeling methodologies or techniques are available to provide predictions of the potential effects of shellfish aquaculture operations on the marine environment? What are the advantages and disadvantages of these methodologies or techniques?

D - What are the cumulative and far-field effects of shellfish aquaculture in fish habitat? How can the cumulative fish habitat effects of shellfish aquaculture (*e.g.* marine eutrophication, oxygen or phytoplankton depletion, community shifts, exceeding carrying capacity) be quantified? What tools or indicators are useful for quantifying the far-field or ecosystem-scale fish habitat effects of shellfish aquaculture? What are the advantages and disadvantages of these tools or indicators?

E - What types of fish habitat are likely to be affected by shellfish aquaculture? How sensitive (in relative or absolute terms) are these habitats to shellfish aquaculture effects?

Working Papers

The following working papers, each focusing on different themes, will inform the development of the science guidance. Where applicable, all working papers should include consideration of how regional and operational differences impact the applicability of tools and approaches for assessing shellfish

les seuils de ces indicateurs potentiels?

***REMARQUE** : Un seuil devrait être défini comme le point auquel on observe des changements marqués dans l'habitat du poisson. Il est tout aussi important dans les avis scientifiques de définir le seuil que de décrire le changement observé dans l'habitat et qui est associé au seuil.*

C - Quelles méthodes ou techniques de modélisation peuvent être utilisées pour faire des prévisions des effets possibles des exploitations conchylicoles sur le milieu marin? Quels sont les avantages et les inconvénients de ces méthodes ou techniques?

D - Quels sont les effets cumulatifs de la conchyliculture sur l'habitat du poisson ou ceux se situant dans le champ éloigné? Comment les effets cumulatifs sur l'habitat du poisson (p. ex. eutrophisation marine, raréfaction de l'oxygène ou du phytoplancton, déplacement des communautés, dépassement de la capacité de charge) peuvent-ils être quantifiés? Quels outils ou indicateurs sont utiles pour quantifier les effets de la conchyliculture sur l'habitat du poisson dans le champ éloigné ou à l'échelle de l'écosystème? Quels sont les avantages et les inconvénients de ces outils ou indicateurs?

E - Quel genre d'habitat du poisson subira vraisemblablement les effets de la conchyliculture? Quel est le degré de sensibilité (relative ou absolue) de ces habitats aux effets de la conchyliculture?

Documents de travail

Les documents de travail qui suivent portent sur différents thèmes et serviront à étayer la formulation des orientations scientifiques. Autant que possible, tous les documents de travail devraient inclure des détails sur la manière dont les différences régionales et opérationnelles influent sur

- Intertidal shellfish aquaculture in Baynes Sound
- Seabed classification in a mussel farming bay

Process and Outputs

The latest date for submission of working papers is **February 10, 2006**. The workshop is planned for **February 28 – March 3, 2006** in Moncton, New Brunswick. Invited participants will receive copies of the working papers approximately two weeks prior to the meeting.

At the meeting a review of the papers will seek to determine whether the conclusions presented in the working papers are credible, supported by scientific data and complete relative to global knowledge. Specific guidance and advice to address the questions posed by DFO Habitat Management will also be developed.

Within four weeks of the meeting, papers will be revised, and the guidance will be provided to Habitat Management in the form of a Science Advisory Report (Guidelines report) released by the Canadian Science Advisory Secretariat (CSAS). Discussions and results from the workshop will also be documented in a CSAS Proceedings document.

- Effets de l'ostréiculture à plat sur la zostère marine
- La conchyliculture intertidale dans le chenal Baynes
- Classification du fond marin dans une baie où est pratiquée la mytiliculture

Processus et résultats

La date limite de présentation des documents de travail est le **10 février 2006**. L'atelier doit avoir lieu du **28 février au 3 mars 2006**, à Moncton (Nouveau-Brunswick). Les participants invités recevront des exemplaires des documents de travail environ deux semaines avant la réunion.

À la réunion, un examen des documents contribuera à déterminer si les conclusions qui y sont présentées sont crédibles, appuyées par des données scientifiques et complètes relativement aux connaissances globales. Des orientations et des conseils précis seront aussi élaborés en vue de répondre aux questions posées par la Gestion de l'habitat du MPO.

Dans les quatre semaines qui suivront la réunion, les documents seront révisés et les orientations seront communiquées à la Gestion de l'habitat sous la forme d'un rapport (Avis scientifique / lignes directrices) publié par le Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS). Les entretiens et les résultats de l'atelier seront aussi consignés dans un Compte rendu du SCCS.